

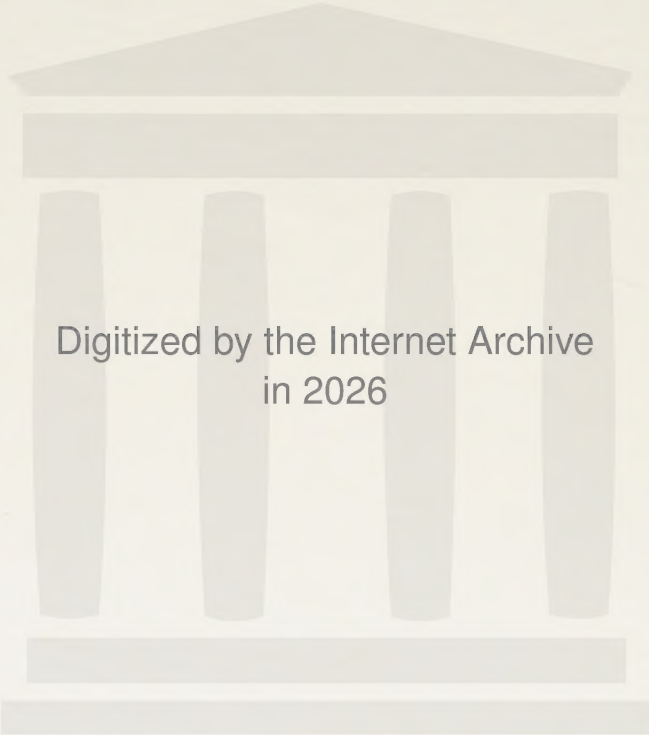
ELEKTROMYOGRAPHISCHE
UNTERSUCHUNGEN BEI PATIENTEN MIT
SUBMUKÖSEN GAUMENSPALTEN

Vera Uhl

—

1973

—



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke
der Universität München.

Direktor: Professor Dr. H. H. Naumann

Elektromyographische Untersuchungen
bei Patienten mit submukösen Gaumenspalten.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnmedizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians Universität zu München

vorgelegt von

Vera Uhl

aus

Bad Wurzach

München 1973



1. Berichterstatter: Prof. Dr. E. Loebell
 2. Berichterstatter: Prof. Dr. H. H. Naumann
- Dekan: Prof. Dr. Wolfgang Spann
- Tag der mündlichen Prüfung: 10. Juli 1973

In Dankbarkeit

meinen Eltern gewidmet.

INHALTSVERZEICHNIS

I. EINLEITUNG	Seite
Hinweis auf das Thema	1
II. ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES GESUNDEN WEICHEN GAUMENS	
1. Anatomie	2
2. Physiologie des weichen Gaumens und der Sphinkterverschluß	4
III. SUBMUKÖSE GAUMENSPALTE ALS MISSBILDUNG	
1. Geschichtlicher Überblick	6
2. Ursache und Häufigkeit	6
3. Klinischer Befund	8
4. Diagnose	10
5. Differentialdiagnose	10
6. Therapie	11
IV. ELEKTROMYOGRAPHIE: METHODIK UND BEDEUTUNG	
1. Versuchsanordnungen bei der Ableitung .	13
2. Normales Elektromyogramm	14
3. Klinische Bedeutung des Elektromyo- gramms: Vergleich mit der Literatur . .	18
a) Im weichen Gaumen	18
b) Im submukösen Bezirk	20
V. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	
1. Material	21
2. Ergebnisse	21
a) Ergebnisse bei Normalpersonen . . .	21
b) Ergebnisse bei Patienten	23

	Seite
VI. DISKUSSION	28
VII. ZUSAMMENFASSUNG	29
VIII. LITERATURVERZEICHNIS	30

Lebenslauf

I. EINLEITUNG

Mittels der Elektromyographie werden Muskelaktionspotentiale registriert. Dadurch gewinnt man einen Einblick in den Zustand der Muskulatur und kann Aussagen über die Aktivität der motorischen Neurone bei Reflex- und Willkürkontraktionen machen (vgl. BUCHTHAL).

Vorliegende Arbeit befaßt sich mit elektromyographischen Untersuchungen bei Patienten mit submukösen Gaumenspalten. Zuvor werden zum besseren Verständnis des Lesers die anatomischen und physiologischen Grundlagen des gesunden weichen Gaumens, sowie des submukös gespaltenen Gaumens erörtert.

II. ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES GESUNDEN WEICHEN GAUMENS

1. Anatomie.

Die Fortsetzung des harten Gaumens bildet der weiche Gaumen, genannt Gaumensegel (Velum palatinum). Sein hinterer Rand läuft in das mediane Zäpfchen (Uvula) aus. Das Velum besteht aus einer Sehnen-Muskel-Platte, die sich aus der Gaumenaponeurose und den in sie einstrahlenden Muskeln und Sehnen zusammensetzt.

Zu den drei Muskelschlingen des gesunden weichen Gaumens gehören der M. tensor veli palatini, der M. levator veli palatini und der M. palatopharyngeus.

Der M. tensor veli palatini entspringt der Spina angularis und der Außenwand der Tube. In der Höhe der Fossa pterygoidea wird er sehnig, biegt um den Hamulus pterygoideus und strahlt dann in die Gaumenaponeurose ein, um deren Hauptmasse zu bilden.

Der M. levator veli palatini kommt von der Felsenbeinpyramide, zieht als Levatorwulst der Tube entlang und mündet darunter in das Gaumensegel. Die Sehnenfasern beider Seiten durchflechten sich und bilden so eine verstellbare Muskelschlinge (vgl. FRICK-STARCK).

Der M. palatopharyngeus ist eine breite, jedoch dünne Muskelplatte. Er entspringt der Gaumenaponeurose, dem Tubenknorpel und dem Hamulus pterygoideus, um durch die hintere Gaumenfalte in die Pharynxwand einzustrahlen. Am Schildknorpel ansetzend, vermag er den Kehlkopf zu heben und den Schlundkopf zu verkürzen (vgl. SIEGELBAUER).

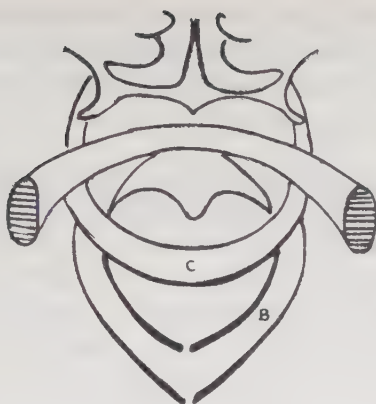


Abb. 1

Schematische Darstellung der Muskelschlingen im normalen Velum von hinten-oben.

A: M. Levator palatini

B: M. palatopharyngeus

C: M. constrictor pharyngis superior

(Nach KRIENS u. WULFF).

Die Innervation des M. tensor übernimmt der N. tensoris veli palatini aus dem N. mandibularis des N. trigeminus. Der M. levator wird innerviert vom Plexus pharyngeus (N. vagus und N. glossopharyngeus), möglicherweise auch von einigen Fasern des N. facialis (vgl. FRICK). Die nervöse Versorgung des M. palatopharyngeus übernimmt der N. vagus und der N. glossopharyngeus (vgl. SIEGLBAUER).

Bereits 1934 hat FARGAT sich mit dem Problem der Innervation des weichen Gaumens auseinandergesetzt. Seine Versuche, Facialisdurchtrennungen bei Kaninchen mit dem Resultat von Gaumensegellähmungen, haben ihn veranlaßt, auf eine Mitbeteiligung des N. facialis an der Gaumensegellinnervation zu

schließen. NICKL hat 1938 die Erkenntnis gewonnen, daß der M. levator veli palatini motorisch vom N. facialis und vom N. glossopharyngeus innerviert ist.

2. Physiologie des weichen Gaumens und der Sphinkterverschluß.

Das Gaumensegel spielt bei der Phonation eine bedeutende Rolle. Es bewirkt durch seine Feineinstellung die Klangfarben der Stimme (vgl. SIEGLBAUER).

Nach HIROTO hebt sich das Segel bei den Vokalen "i" am weitesten hoch, bei "u, o, e" senkt es sich langsam bis zu "a". Bei der Phonation stimmloser Konsonanten steht das Velum höher als bei stimmhaften Konsonanten.

Beim Schluckvorgang wie bei der Phonation wird das Gaumensegel angehoben, gespannt, und es legt sich dabei an die hintere, vorgewölbte Rachenwand. Der daraus resultierende Gaumenrachenverschluß entsteht also durch die gleichzeitige Bewegung zweier Muskelsysteme.

Es handelt sich um die Muskulatur des weichen Gaumens und um die der seitlichen und hinteren Rachenwand. Die Muskeln des weichen Gaumens, der M. levator veli palatini und der M. tensor veli palatini, heben und spannen das Velum, wobei letzterer eine untergeordnete Rolle bei der Velumkontraktion spielt. Er öffnet hauptsächlich das Lumen der Tube.

Der M. azygos trägt wesentlich zur Vergrößerung der hinteren Velumfläche bei, um beim Schlucken sowie bei der Phonation ein festes Anliegen des Gaumensegels an die hintere Rachenwand zu erreichen.

Gleichzeitig mit den Bewegungen des Velums kommt es zu Veränderungen an der seitlichen Rachenwand. Der *M. palatopharyngeus* schiebt sich nach vorne medial, um den Pharynx seitlich einzuengen.

An der hinteren Rachenwand zeigen sich ebenfalls deutliche Veränderungen. "Die Schleimhaut des Oberteils des Rachens hebt sich durch die Kontraktion des *M. salpingopharyngicus*. An der Stelle, wo der Rachen in den Nasenrachen übergeht, bildet sich eine Querleiste, der PASSAVANT'sche Wulst. Seine anatomische Basis ist der *M. pterygopharyngicus*, der oberste Teil des oberen Schlundschneiders.

Durch die gleichzeitige Bewegung aller bereits beschriebenen Muskeln kommt der Sphinkterverschluß zustande" (vgl. SEEMANN).

III. DIE SUBMUKÖSE GAUMENSPALTE ALS MISSBILDUNG

1. Geschichtlicher Überblick.

Zum erstenmal beschreibt Roux 1825 eine submuköse Gaumenspalte. Er berichtet von einem jungen Mädchen: "Der harte Gaumen ermangelt in seiner ganzen Länge, in der mittleren Partie seiner festen Anteile. Die genetische Vereinigung hat sich nur an den weichen Teilen vollzogen!"

1892 erkennt LERMOYEZ die Bedeutung der Spaltform. Er prägte den Begriff "l'insuffisance vélo-palatine". Danach folgen weitere Autoren, die auf die Mißbildung aufmerksam machen: 1895 PASSAVANT, 1922 BUMBA, 1928 MÓSCIKER und GLAS, 1930 DYLEWSKY, 1931 SEELER, 1933 SEEMANN und SEGRE und 1941 MES. Sie bezeichnen diese Anomalie als submuköse Gaumenspalte.

2. Ursache und Häufigkeit.

Um die Theorien über die Entstehungsursache der Mißbildung besser verstehen zu können, folgt ein kurzer Abriß der Entwicklungsgeschichte des Gaumens.

Ungefähr in der achten Embryonalwoche bilden sich die Gaumenfortsätze beiderseits im Bereich der seitlichen Mundhöhle. Zur gleichen Zeit entwickelt sich das Nasenseptum, welches in der hinteren Verlängerung der Scheidewand der primären Nasenhöhle entsteht. Die Gaumenfortsätze sind anfangs nach unten gerichtet, dazwischen liegt die Zunge, die jedoch im Laufe der Entwicklung herausgezogen wird. Die Gaumenfortsätze lagern sich in horizontale Richtung um, wobei zunächst zwischen beiden eine Spalte bleibt. Im weiteren Verlauf der Entwicklung schließen sie sich dem primitiven Gaumen an und

verwachsen untereinander. In der zehnten bis zwölften Woche ist dann normalerweise der Gaumen geschlossen (vgl. STARCK). Bleibt die Verwachsung der Gaumenfortsätze aus, so kommt es zu Gaumenspalten. Man nennt sie Hemmungsmißbildungen (vgl. ROSENTHAL).

MOŠCIKER 1928 bezeichnet kongenitale Gaumenspalten als eine Entwicklungsanomalie, die durch mangelhaftes Verwachsen des Zwischenkiefers mit den Gaumenplatten der beiderseitigen Oberkieferfortsätze entsteht. DYLEWSKY 1930 sieht die Ursache der submukösen Gaumenspalte in der gestörten Entwicklung des unteren Teiles der Gaumenplatte. Nach SEEMANN liegt die Ursache dieser Mißbildung in einer Verkürzung des weichen, nicht aber des harten Gaumens. SEGRE erklärt sich die Entstehung der submukösen Spalte folgendermaßen: Seiner Meinung nach handelt es sich dabei um eine Knochenspalte des äußersten hinteren Anteiles des harten Gaumens, die aber durch darüberliegende nasale und bukkale Schleimhaut verschlossen wird. Er bezeichnet dieses Phänomen als eine "unvollkommene Spontanheilung von totalen Gaumenspalten."

Nach heutiger Erkenntnis handelt es sich bei der submukösen Gaumenspalte um eine fehlende Vereinigung des Mesoderm in der Mittellinie (vgl. CALNAN).

Wie der Literatur zu entnehmen ist, sind früher selten submuköse Gaumenspalten entdeckt und beschrieben worden. LERMOYEZ (zit. nach MES) hat zwischen 1892 und 1933 hundert bekannte Fälle gezählt. REES und Mitarbeiter haben unter 250 Patienten mit Gaumenspalten nur 12 submuköse finden können.

Aus der Tabelle von PORTERFIELD geht hervor, daß dieser unter 505 Gaumenspaltenenträgern nur 18 Personen mit submukösen Velumspalten hatte feststellen können.

Jahr	Klassifizierung der VEAU-Spalten				Submuköse Spalte
	I	II	III	IV	
1956	4	14	19	7	1
1957	5	27	12	9	1
1958	11	22	14	10	1
1959	6	21	12	9	0
1960	8	24	18	8	0
1961	1	27	22	12	0
1962	7	21	21	3	2
1963	8	16	28	10	4
1964	3	20	17	11	9
Summe	53	192	163	78	18
Prozent	10,5	38	32,3	15,6	3,8

Da eine submuköse Gaumenspalte dem untersuchenden Arzt nicht sofort ins Auge fällt, wird sie leider oft übersehen. Auch suchen die Patienten wegen geringer Beschwerden selten einen Arzt auf. Dies mag wohl der Grund für die geringe Anzahl der diagnostizierten Fälle sein.

3. Klinischer Befund.

Bei gründlicher Untersuchung erkennt man in der Mitte des Gaumensegels eine Schleimhautmembran von leicht bläulicher Färbung. Beim Palpieren findet man in den meisten Fällen am Übergang zum harten Gaumen eine mehr oder weniger große Kerbe im Bereich der Spina nasalis posterior. Diese setzt

sich im weichen Gaumen als Muskellücke fort. In den meisten Fällen ist die Uvula gespalten.

Nach KRIENS handelt es sich bei dem Spaltmuskel, ansatz- und spaltnah, um die Verflechtung des längs verlaufenden Gaumen-Schlund-Muskels (M. palatopharyngeus) mit dem Gaumenheber (M. veli palatini).

Der Verlauf des gespaltenen M. veli palatini zwischen zwei Anheftungen der gleichen Schädelseite bedingt eine umgewandelte Arbeitsweise des Muskels von der normal isotonischen Kontraktion in eine isometrische Kontraktion. Die Folge davon ist eine Atrophie der Muskelfasern, ein Befund, den meine elektromyographischen Untersuchungen bestätigen.

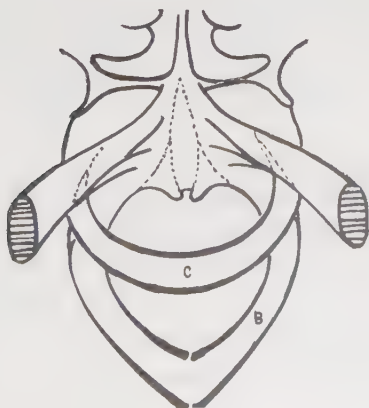


Abb. 2

Schematische Darstellung der Muskelschlingen im submukös gespaltenen Velum von hinten-oben.

A: M. levator palatini

B: M. palatopharyngeus

C: M. constrictor pharyngis superior

(nach KRIENS u. WULFF).

4. Diagnose.

Folgende Befunde führen zur Diagnose der submukösen Gaumenspalte:

- a) Ein membranöser muskelfreier Bezirk in der Mitte des Gaumensegels, welcher auf jeder Seite von einem Muskelwulst begrenzt wird.
- b) Häufig eine tastbare Knochenkerbe im Bereich der Spina nasalis posterior.
- c) In der Regel eine Uvula bifida.

Die Diagnose wird erhärtet dadurch, daß das Velum bei Anspannung nicht nach hinten oben verlängert, sondern seitwärts in die Breite gezogen wird. Bei den betreffenden Personen sind eine mangelhafte Saugfähigkeit und Verschlucken mit Auslaufen der Flüssigkeit beim Trinken aus der Nase zu beobachten. Nicht selten ist die Hörfähigkeit durch Schalleitungsstörungen vermindert. Eine Rhinolalia aperta rundet die Diagnose ab (vgl. KRIENS u. WULFF).

Eine nicht unbedeutende Rolle in der Diagnostik der submukösen Gaumenspalte spielt heutzutage die Elektromyographie. Mit Untersuchungen auf diesem Gebiet wird sich vorliegende Arbeit beschäftigen.

5. Differentialdiagnose.

Differentialdiagnostische Schwierigkeiten bereiten das angeborene kurze Gaumensegel und die Lähmung des Gaumensegels. Nach gründlicher Untersuchung sind jedoch die beiden Krankheitsbilder nicht mit einer submukösen Gaumenspalte zu verwechseln (vgl. KRIENS u. WULFF).

6. Therapie.

Als beste Behandlungsmethode erweist sich die Kombination einer Operation mit anschließender logopädischer Behandlung. Mit der Sprachbehandlung kann sogar schon vor der Operation begonnen werden. Dem chirurgischen Eingriff soll eine gründliche hals-nasen-ohrenärztliche Untersuchung vorausgehen. Sind chronisch entzündete Rachenmandeln und Adenoide vorhanden, ist es unbedingt ratsam, diese zu entfernen (vgl. KRIENS u. WULFF).

Ein Entfernen der adenoiden Vegetationen bei submukösen Spaltenträgern ohne zwingende Gründe verstößt nach E. MOŚCIKER gegen das ärztliche Gebot: "primum non nocere". Die Rhinolalia aperta kann dadurch verschlimmert werden.

Das Operationsziel bei Patienten mit submukösen Gaumenspalten ist ein funktionsfähiger velopharyngealer Abschluß. Er kann mit verschiedenen Operationsmethoden erreicht werden, die jedoch hier nur angedeutet, nicht aber näher ausgeführt sind.

Bewährt hat sich die Velopharyngoplastik nach SCHÖNBORN und ROSENTHAL. Eine Vorverlagerung der hinteren Rachenwand kann durch eine Tonsillensphinkterplastik nach A. HERRMANN, G. LOEBELL und K. MÜNDNICH vorgenommen werden. Eine weitere Methode stellt die Rückverlagerungsoperation nach DORRANCE dar, auch PUSH-BACK-Operation genannt.

Auf eine Sprachbehandlung nach der Operation darf keinesfalls verzichtet werden. Eine logopädische Behandlung muß folgende Ziele anstreben:

- a) Die Durchführung eines Muskeltrainings.
- b) Eine Hörerziehung und frühzeitige Erfassung von Höreinbußen.

- c) Die Beseitigung von Atemmängeln.
- d) Die Aktivierung einer unterentwickelten Sprachmotorik, sowie die Behandlung von Sprechabwegigkeiten und nicht zuletzt die Beseitigung von Stimmbildungsfehlern (vgl. KRIENS u. WULFF).

ELEKTROMYOGRAPHIE: METHODIK UND BEDEUTUNG

1. Versuchsanordnungen bei der Ableitung.

Die Untersuchungen wurden mit dem "DISA"-Elektromyographen durchgeführt.

Der Apparat besitzt drei unabhängige Verstärkerkanäle, die drei Ableitungen zu gleicher Zeit ermöglichen. Es können somit Muskelaktionspotentiale von drei Stellen des gleichen Muskels oder aber von verschiedenen Muskeln registriert werden. Die mit drei Elektroden abgeleiteten Aktionspotentiale werden verstärkt und auf Kathodenstrahlröhren, den Sichtröhren, wiedergegeben.

Außerdem besteht die Möglichkeit einer gleichzeitigen akustischen Wiedergabe der Potentiale durch einen Lautsprecher. Für die Elektrodenstecker befinden sich an einem beweglichen Arm die Fassungs-dosen des "DISA"-Gerätes. Seitlich der Dose ist eine Erdbuchse angebracht, um den Patienten zu erden.

Die abgegriffenen Aktionspotentiale werden auf ein 100 mm breites, photographisches Papier aufgezeichnet. Der Filmtransport kann über einen Fußschalter gesteuert werden, welcher eine fortlaufende -"continuous"- oder unterbrochene -"interrupted"- Registrierung erlaubt.

Als Filmgeschwindigkeit kann man 5 cm/sec oder 20 cm/sec wählen. Dies entspricht Zeitachsen von 20 msec/mm, bzw. 5 msec/mm. Die Spannungsverstärkung kann von 1000 μ V/mm bis zu 3 μ V/mm variiert werden (vgl. DISA-Elektronik).

Die Versuchsperson sitzt aufrecht und bequem in einem Stuhl mit angebrachter Kopfstütze. Auf den zu untersuchenden Schleimhautteil im weichen Gaumen muß genügend Licht fallen, um gute Sichtverhältnisse zu haben. Nun wird mit einem Oberflächenanästhetikum (Lidocainspray) der betreffende Schleimhautbezirk unempfindlich gemacht. Als Elektrode verwendet man eine konzentrische Nadel-elektrode, die vorne abgeschrägt ist und deren Fläche $0,07 \text{ mm}^2$ beträgt. Diese wird ca. 2 cm über der Uvula in das Gaumensegel eingestochen. Die Personen werden aufgefordert, ruhig durch die Nase zu atmen, um ein Herausgleiten der Elektrode möglichst zu verhindern. Bei einigermaßen ruhiger Position der Elektrode leitet man die Muskelaktivität in Ruhe und abwechselnd beim Phonieren des Vokals "a" ab.

Die Markierung des Films zu Anfang oder zu Ende der Phonation erfolgt durch einen Randstreifen. Die Filmgeschwindigkeit während der Registrierung beträgt konstant 5cm/sec, entsprechend einer Zeitachse von 20 msec/mm. Die Verstärkung variiert je nach Notwendigkeit von ca. 7,5 uV bis zu 30 uV/mm. Zum Vergleich wurden neben den Patienten auch Normalpersonen untersucht.

2. Normales Elektromyogramm.

Das Elektromyogramm ist eine Aufzeichnung registrierter Muskelaktionspotentiale. Die während der Willkürkontraktion extrazellulär abgeleiteten Muskelaktionspotentiale ergeben das Summenpotential der Volumleitung von Fasern, welche zur selben motorischen Einheit gehören. Das sogenannte Spitzen- oder Spikepotential, der Potentialanteil der motorischen Einheit mit der höchsten Amplitude, ent-

steht durch eine kleine Fasergruppe nahe der Elektrode (der sogenannte "subunit", 20-30 Fasern). Die Mehrzahl der Fasern einer motorischen Einheit bildet den länger dauernden initialen und terminalen Anteil des Potentials (vgl. BUCHTHAL).

Im entspannten, gesunden Muskel kann man keine elektrische Aktivität nachweisen. Es zeichnet sich in Ruhe eine isoelektrische Nulllinie ab, was jedoch nicht bedeutet, daß hier der Muskel keine Aktivität produziert. Der sogenannte Grundtonus erfordert einen Potentialverstärker.

Ruhepotential (Maßstab 1:2):

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

Zeitachse 20 msec/mm

Ausgangsspannung 20 uV/mm



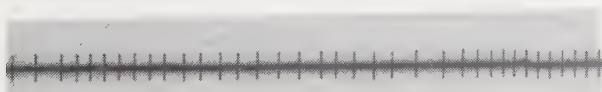
Während geringer Willküranstrengung oder reflektorischer Innervation und bei einer Filmgeschwindigkeit von 50 mm/sec sind Potentiale einzelner motorischer Einheiten zu erkennen. Man registriert dabei die Aktivität von kleinen Muskelfaserbündeln in der Nähe der Nadelelektrode. Diese Faserbündel gehören zu einigen wenigen motorischen Einheiten (vgl. STEINBRECHER).

Potentiale einer einzelnen motorischen Einheit (Maßstab 1:2):

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

Zeitachse 20 msec/mm

Ausgangsspannung 15 uV/mm

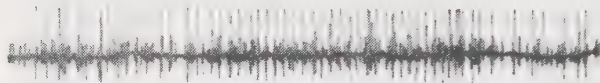


Bei stärkerer Muskelkontraktion nimmt die Frequenz der Potentiale zu. Es setzen mehrere andere unabhängige motorische Einheiten ein. Man spricht dann von einem gemischten Muster. In diesem Muster kann man nach BUCHTHAL die Potentiale motorischer Einheiten unterscheiden, die der Elektrode am nächsten liegen.

Gemischtes Muster (Maßstab 1:2):

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

Ausgangsspannung 15 uV/mm

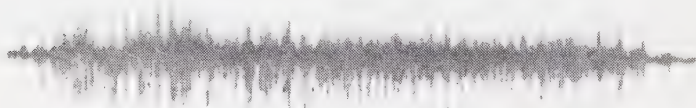


Bei Maximalinnervation entsteht ein Interferenzmuster. Es kommt dadurch zustande, daß die Elektrode zur gleichen Zeit Aktionspotentiale von vielen Muskelfasern verschiedener motorischer Einheiten registriert. Es ist nicht länger möglich, Frequenz und Amplitude für die Potentiale von einzelnen motorischen Einheiten zu unterscheiden (vgl. STEINBRECHER).

Interferenzmuster (Maßstab 1:2):

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

Ausgangsspannung 15 uV/mm



Die Amplitude der abgeleiteten Potentiale ist umso größer, je näher die tätigen Muskelfasern der Ableitelektrode liegen und je mehr Muskelfasern einer motorischen Einheit erfaßt werden, da deren synchrone Einzelpotentiale sich summieren.

Die Messung der Potentialamplitude an der Oberfläche der Muskeln gestattet bei Maximalinnervation eine gute Beurteilung der Anzahl der Muskelfasern, die auf den Nervenimpuls reagieren (vgl. BUCHTHAL).

Die Stärke einer Muskelkontraktion wird teils durch die Frequenz der Entladungen einer einzelnen motorischen Einheit, teils aber auch durch die Zahl der innervierten motorischen Einheiten bestimmt.

Die Potentialdauer des Aktionspotentials einer einzelnen motorischen Einheit wird als totale Dauer angegeben. Es entspricht der Zeit, die das Aktionspotential benötigt vom Beginn des Anstiegs über die Grundlinie hinaus und wieder zurück. Beim Ableiten von Aktionspotentialen an verschiedenen Stellen desselben Muskels kann man große Unterschiede in der Potentialdauer erkennen. Dies ist teils auf die verschiedene Ausbreitung der Innervationszonen verschiedener motorischer Einheiten, teils aber auch auf die unterschiedliche Lage der Ableitungselektrode zu diesen Zonen zurückzuführen.

Die Spannung des Muskelpotentials mißt man als Differenz zwischen dem höchsten positiven und tiefsten negativen Ausschlag. Sie variiert sehr innerhalb des gleichen Muskels, entsprechend dem Abstand zwischen der Elektrode und den aktiven Fasern.

Im gesunden Muskel ist die Mehrzahl der Potentiale der motorischen Einheiten bi- oder triphasisch. Die biphasischen zeigen eine initiale positive Phase und danach eine negative Schwankung vom Charakter eines Spitzenpotentials. Bei den triphasischen Potentialen kommt noch eine positive Welle hinzu. Beginnen die Potentiale mit einem steilen negativen Anstieg, so bedeutet dies, daß die Ableitelektrode in der Innervationszone liegt. Die poliphasischen Potentiale machen nur 3 % der gesamten Potentiale aus. Sie häufen sich bei Myopathien (vgl. BUCHTHAL).

3. Klinische Bedeutung des Elektromyogramms:
Vergleich mit der Literatur.

a) Im weichen Gaumen.

Das Elektromyogramm vom weichen Gaumen gibt uns Aufschluß über den Innervationsmodus der dort vorhandenen Muskulatur. Dadurch gewinnt man einen besseren Einblick in das Funktionsgeschehen dieser Muskeln. Mit Untersuchungen auf diesem Gebiet hat sich B. FRITZELL befaßt.

Gemessen werden der M. levator veli palatini und der M. tensor veli palatini im weichen Gaumen. Die Versuche werden mit Normalpersonen und Patienten mit Gesichtsdefekten durchgeführt. Parallel zu den Filmaufzeichnungen ist ein Tonband eingeschaltet. Die Elektroden werden oral, in schwierigen Fällen sogar nasal eingeführt. Die Ergebnisse zeigen, daß in Ruhe bei beiden Muskeln keine Aktivität zu beobachten ist. Vor Beginn der Phonation macht sich bei beiden Muskeln gleichzeitig Aktivität bemerkbar. Diese hält während der Sprechdauer an, aber die Aktions-

potentiale verringern ihre Frequenz und Amplituden und klingen mehr oder weniger vor Beendigung der Phonation ab. In einigen Aufzeichnungen ist zu Phonationsbeginn elektrische Stille zu verzeichnen. Beim Aussprechen von Nasallauten nehmen im Gegensatz zu nicht nasal ausgesprochenen Lauten die Aktionspotentiale ab und verschwinden oft vollständig.

FRITZELL's Erwartungen haben sich nicht erfüllt, daß der M. tensor veli palatini während des Sprechens seine Aktivität aufrechterhält und der M. levator veli palatini unterbrochene Aktivität zeigt. Der Unterschied beider Muskeln besteht nur in einem schnelleren Start des Levators.

BÖHME und Mitarbeiter haben sich ebenfalls mit Elektromyogrammen des M. levator und tensor palatini beim Atmen und beim Sprechen befaßt. Sie haben die Elektroden median vom Hamulus pterygoideus in den Levator und lateral vom Hamulus pterygoideus in den Tensor eingestochen. Die Resultate zeigen nach Einstich der Elektroden, als Zeichen einer Schmerzreaktion, Interferenzpotentiale von ca. 4 - 6 Sekunden Dauer. Danach erscheinen Einzelpotentiale und gemischte Muster. Bei einem Drittel der Versuchspersonen kommt es beim tiefen Atmen in der letzten Phase der Inspiration und zu Anfang der Expiration zu häufigeren Potentialen und zur Amplituden-erhöhung. In Ruheatmung weist der M. levator Amplituden von 360 uV und der M. tensor Amplituden von 660 uV auf. Während der Phonation von Vokalen erkennt man beim Levator präphonatorisch einen raschen Amplitudenanstieg und Entwicklung eines Interferenzmusters beim Phonieren. Vor Be-

endigung der Phonation ist Ruheaktivität festzustellen. Der M. tensor steigt 0,1 - 0,2 sec. später an, seine Aktionspotentiale zeigen die Phonation über eine konstante Frequenz. Der Amplitudenabfall erfolgt gleichzeitig mit dem des M. levator veli palatini.

b) Im submukösen Bezirk.

Die Elektromyographie zeigt sich als wertvolle Hilfe bei der Diagnose der submukösen Gaumenspalte. Mittels eines Elektromyogramms kann das Ausmaß des funktionslosen submukösen gespaltenen Velumbezirks festgestellt werden, da man bei den Aufzeichnungen die elektrisch stummen und schwach reagierenden Zonen erkennen kann.

REES und Mitarbeiter haben submuköse Gaumenspalten bei zwölf Patienten elektromyographisch untersucht. Bei kleineren Kindern sind die Untersuchungen in Narkose, unmittelbar vor der Operation der Gaumenspalte, durchgeführt worden. Bei den übrigen Patienten hat man nur ein Oberflächenanästhetikum verwendet, um den Einstich der Elektrode schmerzlos vorzunehmen. Die Ergebnisse zeigen, daß in der submukösen Gewebsschicht elektrisch stille und schwach reagierende Zonen vorhanden sind.

So empfehlen REES und Mitarbeiter, den funktionsuntüchtigen, muskelfreien Bereich im Velum zu excidieren und durch Muskulatur der hinteren Rachenwand zu ersetzen. (Jede Operation sollte einen Ersatz der fehlenden Muskulatur anstreben). Ihrer Meinung nach sind Elektromyogramme von einer submukösen Gaumenspalte eine wertvolle Hilfe für den Chirurgen, da sie genau das Ausmaß des insuffizienten Velumbereichs angeben.

V. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Material.

Es wurden 12 Personen mit submukösen Gaumenspalten, 6 Mädchen und 6 Jungen, untersucht. Das Alter lag zwischen 7 und 17 Jahren, im Durchschnitt bei 9 Jahren. Zum Vergleich wurden 4 gesunde Personen, Mädchen, untersucht, deren Durchschnittsalter 21 Jahre betrug.

Da es sich bei den Patienten um ängstliche Kinder handelte, waren die Versuchsbedingungen von vorneherein erschwert. Es bedeutete meist große Mühe, die Elektrode so einzustechen, daß sie möglichst lange und ruhig in dem betreffenden Velumbezirk bleiben konnte. Aus diesem Grunde waren die Aufzeichnungen von 2 Personen auch nicht auswertbar.

2. Ergebnisse.

a) Ergebnisse bei Normalpersonen.

Die Abbildungen I und II stellen Elektromyogramme von Normalpersonen dar. Sie zeigen bei maximaler Willkürinnervation während der Phonation des Vokales "a" ein gleichmäßiges, dichtes Interferenzmuster. Gelegentlich findet man bei geringer Phonation gemischte Muster und bei schwacher Phonation sogar Einzelladungen. Die im Interferenzmuster zahlreich aufeinanderfolgenden Spitzenpotentiale lassen auf genügend vorhandene Muskulatur in dem betreffenden Velumbereich schließen, zumal diese Spitzenpotentiale von Muskelfasern nahe der Elektrode stammen. Die hohe Frequenz der Entladungen der innervierten motorischen Einheiten resultiert aus einer starken Muskelkontraktion, welche auf ein intaktes Gaumensegel hinweist. In Ruhe ist

ebenfalls Aktivität zu verzeichnen, die dem dort stets vorhandenen Muskeltonus zuzuschreiben ist. Erwähnenswert ist bei Gesunden das relativ lange Aushalten der Phonation des Vokales "a", ungefähr 2 - 3 Sekunden. Bei den Patienten beträgt die Phonationsdauer durchschnittlich nur 1 Sekunde.

Abbildungen I und II:

Aktionspotentialmuster der Normalpersonen während der Phonation und in Ruhe.

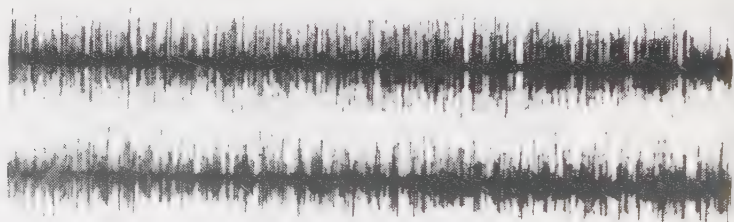
Abgeleitet ca. 2 cm über der Uvula (Maßstab 1:2).

Abb. I:

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

Ausgangsspannung 15 uV/mm

Interferenzmuster:



Gemischtes Muster:



Abb. II:

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

Ausgangsspannung 15 uV/mm

Ruhepotential:

b) Ergebnisse bei Patienten.

Im Vergleich zu den Normalpersonen zeigen die elektromyographischen Aufzeichnungen der Patienten deutliche Unterschiede.

Die Abbildungen III - VIII, Elektromyogramme von den noch nicht operierten Spaltenträgern, zeigen beim Phonieren des Vokales "a" während maximaler Innervation überaus schwache Aktivitätsmuster. Diese bestehen meist aus Fernpotentialen. Es fehlen die Spitzenpotentiale, welche normalerweise bei genügend vorhandener Muskulatur registriert werden können. Im Falle der Fernpotentiale kann man auf ein minimal vorhandenes Muskelparenchym am Ableitungsort schließen.

Abbildungen III - VIII:

Aktionspotentialmuster der Patienten während der Phonation.

Ableitet ca. 2 cm über der Uvula (Maßstab 1:2).

Abb. III:

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

Ausgangsspannung 15 uV/mm



Abb. IV:

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

Ausgangsspannung 10 uV/mm



Abb. V:

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

Ausgangsspannung 7,5 uV/mm

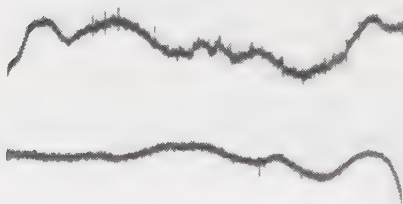


Abb. VI:

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

Ausgangsspannung 20 uV/mm

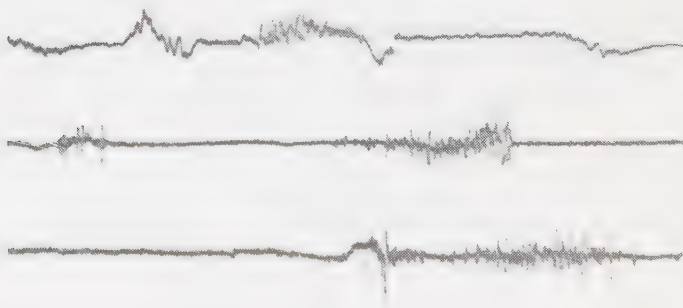


Abb. VII:

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

Ausgangsspannung 15 uV/mm

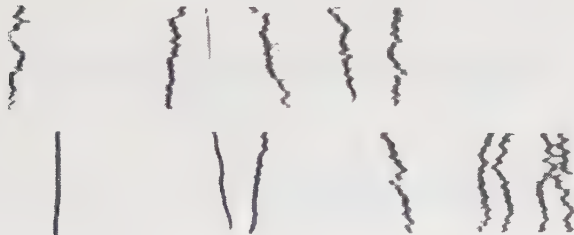


Abb. VIII:

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

"interrupted"-Registrierung

Ausgangsspannung 15 uV/mm



Die Abbildungen IX, X, XI sind Elektromyogramme von dem Velumbezirk der Patienten mit bereits operierten submukösen Gaumenspalten. Bei maximaler Innervation erkennt man Aktivitätsmuster, die ebenfalls aus Fernpotentialen bestehen. Diese schwache Innervation kann als Folge der Vernarbung des Muskelgewebes nach der Operation angesehen werden.

Abbildungen IX - XI:

Aktionspotentialmuster von den bereits operierten Patienten während der Phonation.

Abgeleitet ca. 2 cm über der Uvula (Maßstab 1:2).

Abb. IX:

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

Ausgangsspannung 30 uV/mm



Abb. X:

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

"interrupted"-Registrierung

Ausgangsspannung 5 uV/mm



Abb. XI:

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

Ausgangsspannung 20 uV/mm



Auf Abbildung XII jedoch erkennt man während der Maximalinnervation wieder ein dichteres Interferenzmuster, welches auf genügend Muskulatur hinweist. Es ist in diesem Falle anzunehmen, daß die Operation, die stets einen Ersatz der Muskulatur anstrebt, einen guten Erfolg verzeichnete.

Abbildung XII:

Aktionspotentialmuster eines bereits operierten Patienten während der Phonation.

Abgeleitet ca. 2 cm über der Uvula (Maßstab 1:2).

Filmgeschwindigkeit 50 mm/sec

Ausgangsspannung 15 uV/mm



VI. DISKUSSION

Beim Betrachten der Ergebnisse läßt sich ein bemerkenswerter Unterschied zwischen den Elektromyogrammen der Normalpersonen und jener der Patienten feststellen. Bei den ersteren zeigen die EMGs aus dem Bereich der Velummuskulatur während maximaler Willkürinnervation bei Phonation des Vokales "a" dichte Interferenzmuster. Diese Resultate sind von einer gesunden, funktionstüchtigen Muskulatur zu erwarten.

Bei den Elektromyogrammen der Patienten zeichnen sich während maximaler Willkürinnervation nur ganz schwache Aktivitätsmuster ab, was auf ein spärlich vorhandenes Muskelparenchym zurückzuführen ist.

So bestätigen also diese Untersuchungsergebnisse die Erwartung, daß der submuköse Bezirk infolge fehlender Muskulatur nur ganz geringe, ja sogar keine Aktionspotentiale aufweist. Für endgültige Schlüsse jedoch ist die Zahl der Versuchspersonen zu klein. Es wäre nötig und sicherlich aufschlußreich, wenn weitere Untersuchungen durchgeführt werden könnten.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

Vorliegende Arbeit gibt zu Beginn eine kurze Einführung in die Anatomie und Physiologie des weichen Gaumens. Anschließend folgt ein Überblick über die Geschichte, Ursache, Häufigkeit, den klinischen Befund, die Diagnose und die Therapie der submukösen Gaumenspalte. Danach wird die Methodik und die Bedeutung der Elektromyographie erläutert.

Es folgt die Beschreibung der eigenen Untersuchungen. Zur Verfügung standen 12 Personen mit submukösen Gaumenspalten und zum Vergleich 4 gesunde Personen. Die elektromyographischen Ableitungen vom weichen Gaumen der Versuchspersonen wurden mit dem DISA-Elektromyographen vorgenommen, wobei die Ergebnisse auf einen Film registriert wurden. Bei den Normalpersonen sind während maximaler Willkürinnervation (bei Phonation des Vokales "a") kräftige Interferenzmuster zu verzeichnen, teilweise auch gemischte Muster. Bei schwacher Innervation wurden sogar Einzelpotentiale von motorischen Einheiten registriert, wie aus den Filmen ersichtlich ist. Dagegen zeigen die Elektromyogramme der Patienten mit submukösen Gaumenspalten während maximaler Willkürinnervation nur geringe Aktivität, was auf minimal vorhandenes Muskelparenchym schließen läßt.

So zeigen die Ergebnisse, daß die elektromyographische Untersuchung ein wichtiges Hilfsmittel zur Diagnose einer submukösen Gaumenspalte darstellt, da erst diese Methode Aufschluß über das Ausmaß der nicht sichtbaren Muskelspalte gibt.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

- BUCHTHAL, F. Einführung in die Elektromyographie.
Urban-Schwarzenberg, München-Berlin
(1958)
- " Muskelpotentialuntersuchungen am
gesunden und kranken Muskel.
Dtsch. Ztschr. Nervenheilkunde 173,
448 (1935)
- BUMBA, J. Submuköse Gaumenspalte.
Mschr. Ohrenheilkunde 56, H4
225-229 (1922)
- BÖHME, G. Elektromyographische Untersuchungen
SVAN, F. über das Verhalten der Mm. levator
KALDOVA, E. und tensor veli palatini bei der At-
mung und bei Vokalen.
Folia-phoniatrica 18, 9-10 (1968)
- CALNAN, J. Submucons cleft palate.
British J. Plast. Surg. 6, 264-282
(1954)
- DRECHSLER- Elektromyographie.
BÉDRICH VEB-Verlag Volk und Gesundheit,
Berlin (1964)
- DYLEWSKY, B. Über submuköse Gaumenspalten.
Zbl. HNO - Heilkunde 17, 532 (1932)
- FARGAT, M. Zbl. HNO 23, 285 (1930)
- FRITZELL, B. An electromyographic study of the
movements of the soft palate.
Folia phoniatrica 18, 9-10 (1968)

- FRITZELL, B. The velopharyngeal muscles in
speech. An electromyograph and
cineradiogr. study.
Suppl. 250 to Acta otolaryngologica
(1969)
- GLAS, E. Submuköse Gaumenspalten.
Mschr. Ohrenheilkunde 62, 734
(1928)
- HERING
HOPPE, W.
KRAFT, E. Über elektromyographische Unter-
suchungen bei Patienten mit Gaumen-
spalten.
Stoma 18, 24-36 (1965)
- HIROTO, A. A cineradiographic study on the
movements of the soft palate during
speech sounds.
Kurume med. J. 9, 114-125
- IMHOFFER, R. Zwei ungewöhnliche Formen von Gaumen-
spalten.
Ztschr. für angewandte Anatomie und
Konstitutionslehre, Bd. 5,
Springer, Berlin (1920)
- KLESTADT, W. Beitrag zur Kenntnis der submu-
kösen Gaumenspalte.
Ztschr. f. Laryng. 19, 279-287
(1930)
- KRIENS, O.
WULFF, J. Die submuköse Gaumenspalte. Ein
Beitrag zur Diagnose, Anatomie,
operativer und sprechpädagogischer
Behandlung.
Chir. Plast. et Reconstr. 6,
225-277 (1969)

- KRIENS, O. Anatom. Untersuchungen am gespal-
tenen weichen Gaumen.
Chirurg. plast. 4, 14 (1967)
- LERMOYEZ, M. L'insuffisance velopalatine.
Ann. Mal. OR (1893)
- LOEBELL, E. Über submuköse Gaumenspalten.
Verh. München Laryng. (1969)
- LOEBELL, E.
mit LAKATOS Elektromyograph. Untersuchungen
am weichen Gaumen und am PASSA-
VANT'schen Wulst bei Gesunden und
Gaumenspaltenenträgern.
Verh. München Laryng. (1969)
- LOEBELL, E.
LOEBELL, G. Die funktionellen Ergebnisse der
Pharyngoplastik nach der Münchner
Methode.
Arch. Ohr. Heilk. Kongreßbericht
II. Teil (1962)
- LUSCHNAT, KDA
mit STRUPPLER Das EMG als klin. diag. Methode.
Dtsch. Med. Wschr. 83/ 2 127
(1938)
- MAHLSTEDT, H. Über die Vererbung der submukösen
Gaumenspalte.
Ztschr. f. Laryng. 26, 347-352
(1935)
- MARSCHIK, H. Bedeutung und Physiologie der
Uvula.
Mschr. Ohrh. 64, 1071-1074 (1930)
- MES, L. Die submukösen Gaumenspalten.
Zbl. HNO 34, 360 (1941)

- MOŚCIKER, E. Über submuköse Gaumenspalten.
Med. Wschr. 78, 961 Wien (1928)
- NICKL, A. Experimentelle Untersuchungen
zur Gaumensegelnervation.
Ztschr. f. Laryng. 28, 92 (1949)
- PORTERFIELD, H. W. Submucous cleft palate.
Plast. recon. surg. 35, 45 (1965)
- ROSENTHAL, H. Spezielle Chirurgie für ZMK.
Leipzig (1961)
- ROUX, F. Fente mediane du plan osseux du
palaisnasillement.
Memoire sur la Staphylographie 84
(1825)
- SEGRE, R. Die submuköse Gaumenspalte.
Mschr. Ohr. 67, 649 (1933)
- SEELER, E. Die submuköse Gaumenspalte und
Gehör.
Passoro-Schäfers, Beitrag 28, 427
(1931)
- SEEMANN, M. Sprachstörungen bei Kindern.
Verlag Volk und Gesundheit, Berlin
(1959)
- SIEGLBAUER, F. Lehrbuch der Anatomie des Menschen.
München (1960)
- STARCK, D. Embryologie.
Georg-Thieme Verlag, Stuttgart
(1965)

STEINBRECHER, W. Kurzer Grundriß der Elektromyographie.

Wander, Frankfurt-Main (1962)

" Klinische Bedeutung der Elektromyographie.

Dtsch. Med. Wschr. 84, 224
(1959)

" Elektromyographie in Klinik und Praxis.

Georg Thieme Verlag, Stuttgart
(1965)

Herrn Professor Dr. med. E. Loebell gilt
mein besonderer Dank für die Förderung
und Ermöglichung meiner Doktorarbeit.

Gleichzeitig danke ich Frau S. Hanel
herzlich für ihre Hilfe bei der Durch-
führung der Untersuchungen.

L e b e n s l a u f

Am 12. November 1947 wurde ich als Tochter des Zahnarztes Dr. Franz Uhl und seiner Ehefrau Maria Uhl, geb. Hauber, in Bad Wurzach geboren. Von 1954 - 1958 besuchte ich die Volksschule in Bad Wurzach. 1958 wechselte ich in das mathematisch-naturwissenschaftliche Gymnasium nach Leutkirch über, wo ich 1966 die Reifeprüfung ablegte.

WS 1966-67 Studium der Naturwissenschaften in Tübingen.

SS 1967 Beginn des Studiums der Zahnmedizin an der Universität in München.

WS 1967/68 Vorphysikum.

SS 1969 Physikum.

SS 1972 Staatsexamen in München.

Zur Zeit bin ich als Assistentin in der väterlichen Praxis tätig.

